

## E-bisiklet Şarj İstasyonları için FV Sistem Tasarımı

Metin Akdeniz <sup>1,\*</sup>, Serhat Berat Efe <sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye, [metin.akdnz@gmail.com](mailto:metin.akdnz@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5336-0128

<sup>2</sup>Elektrik Mühendisliği Bölümü Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Bandırma, Türkiye, [sefe@bandirma.edu.tr](mailto:sefe@bandirma.edu.tr)

ORCID: 0000-0001-6076-4166

Bu çalışmada, son yıllarda dünyada yaygın olarak kullanılan e-bisikletler için yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir şarj istasyonu tasarlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının doğası gereği tüm hesaplamalar bu sistemlerin kurulacağı bölgeye göre yapılmalıdır. Bu çalışmada, fotovoltaik sistem tabanlı şarj istasyonu tasarımı için bölge olarak Van ili seçilmiş ve bu ilin meteorolojik ve güneş verileri kullanılmıştır. Tasarlanan şarj sistemi için yük olarak tanımlanabilecek, piyasada bulunan bir e-bisiklet modelinin teknik özellikleri kullanılarak hesaplamalar tamamlanır. Tasarım için gerekli matematiksel modeller önerilmiş, sonuçlar tartışılmış ve öneriler sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** E-bisiklet, FV Sistem, Yenilenebilir Enerji Sistemleri

## PV System Design for E-bike Charging Stations

Metin Akdeniz <sup>1,\*</sup>, Serhat Berat Efe <sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> Graduate School of Natural and App. Sci., Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey, [metin.akdnz@gmail.com](mailto:metin.akdnz@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5336-0128

<sup>2</sup> Department of Electrical Engineering, Bandırma Onyedi Eylül University, Bandırma, Turkey, [sefe@bandirma.edu.tr](mailto:sefe@bandirma.edu.tr)

ORCID: 0000-0001-6076-4166

In this study, a charging station based on renewable energy sources has been designed for e-bikes, which have been widely used around the world in recent years. Due to the nature of renewable energy sources, all calculations should be done according to the region where these systems will be installed. In this study, the province of Van was selected as the region for the photovoltaic system-based charging station design, and the meteorological and solar data of this province were used. Calculations are completed using the technical specifications of an e-bike model that is commercially available, which can be defined as the load for the designed charging system. The mathematical models required for the design were proposed, the results were discussed and suggestions were presented.

**Anahtar Kelimeler:** E-bike, PV System, Renewable Energy Systems

© 2022 Published by AInteliala

### 1. Giriş

Küresel düzeyde yaşanan fosil yakıt kaynaklı çevre sorunları, kalabalık şehirler ve dolayısıyla yoğun trafik gibi çeşitli nedenlerle bisiklet kullanımı son yıllarda hızla artmıştır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak bisikletler de gelişmiş ve bisiklet sürüşü açısından büyük kolaylık sağlayan e-bisikletlere talep artmıştır [1-3]. Elektrikli bisikletlerin şarj istasyonları için de temiz enerji yapıları olan yenilenebilir enerji sistemlerinden faydalanma yaklaşımı son zamanlarda oldukça popüler bir konu olarak literatürde yerini almıştır [4-5].

Yenilenebilir enerji kaynaklarından fotovoltaik sistemler üzerine yapılan çalışmalar literatürde oldukça geniş bir yer kapsamaktadır [6-7].

Bu çalışmalardan birinde MATLAB/Simulink platformu altında elektrikli araçların şarj süreci için bir hızlı şarj ünitesi tasarlanmış ve analiz edilmiştir [8]. Bir diğer çalışmada, batarya şarj süreleri ile ilgili araştırmalar yapılmış, hızlı şarj yöntemlerinden araçtan şebekeye (V2G) şarj topolojisinin verimli ve etkili bir yöntem olduğu sonucuna ulaşılmıştır [9].

Elektrikli araçların kablosuz güç iletimi ile şarj edilmesi, bu alandaki güncel konulardan biridir. Bu çalışmalardan birinde yüksek verimli rezonans devre yapısı kullanılarak Ansys Maxwell Simplorer programında oluşturulan sistemin benzetimi sonucunda, 15 cm mesafede % 86,53 verim değerine ulaşılmıştır [10].

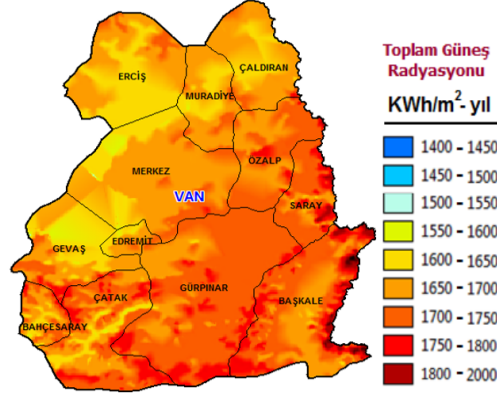
Yenilenebilir enerji tabanlı şarj istasyonu tasarımının yapıldığı bir çalışmada araştırmacılar otopark çatısına kurulan FV sistemden elde edilen enerjiden daha fazla ekonomik fayda sağlamak için bulanık mantık tabanlı akıllı şarj yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Modellemede modellerde gerçek veriler kullanılmış ve önerilen yöntemle verimde artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır [11].

Benzer başka bir çalışmada FV sistem bataryalar ile desteklenerek hibrit bir yapı tasarlanmış, çeşitli durum çalışmaları sonuçlarına göre toplam elektrik maliyetinin düştüğü sonucuna ulaşılmıştır [12].

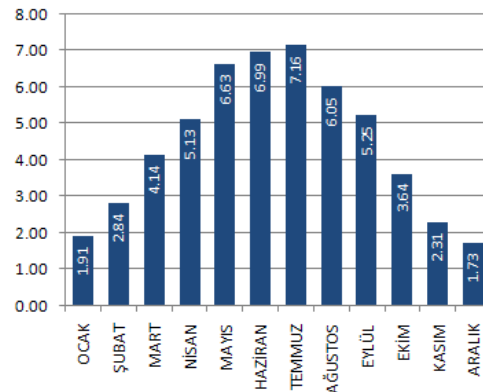
Bu çalışmada, Türkiye'nin doğusundaki 38,48914 enlem ve 43,40889 boylam konumunda bulunan Van İli için e-bisiklet şarj istasyonu tasarlanmıştır. Birinci bölümde literatürde mevcut bulunan bazı çalışmalar üzerinde yapılan incelemeler sunulmuş, ikinci bölümde Van İline ait güneşlenme ve diğer teknik bilgiler verilmiş, üçüncü bölümde kullanılacak bisikletin özellikleri sunulmuş bu bisikletler için şarj istasyonu tasarımı yapılmıştır. Dördüncü bölümde ise elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. Van İli Güneş Enerjisi Potansiyeli

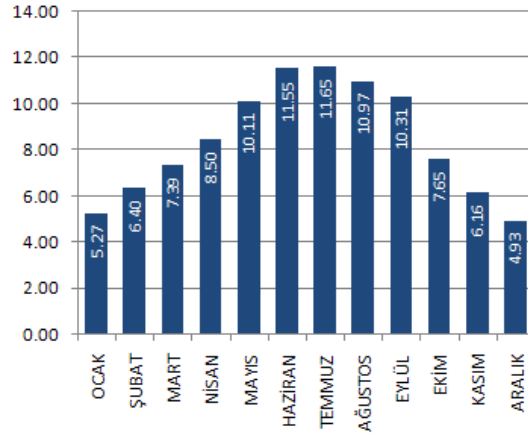
Van ili yıllık 3068 saatlik güneşlenme süresi ve 1635 kWh/m<sup>2</sup>'lik ışınlam değerlerine sahiptir. Bu değerlere bakıldığında ülkemizin yıllık ortalama güneşlenme süresi ve ışınlam değerinden daha yüksek potansiyele sahiptir. Teknik, coğrafi ve iklim parametrelerinin etkisi ile güneş enerjisi elektrik enerjisi üretim verimliliği açısından Türkiye'de ilk sıralarda yer almaktadır. Van ilinin GEPA'da yer alan genel potansiyel görünümü, aylık ortalama küresel radyasyon dağılımı ve aylara göre güneşlenme süreleri sırasıyla Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir [13].



Şekil 1. Van güneş enerjisi genel potansiyel görünümü



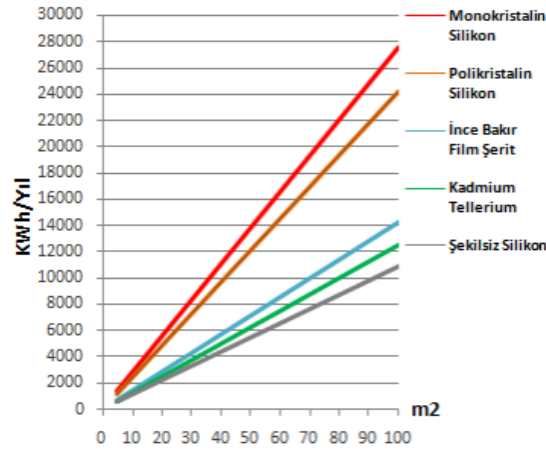
Şekil 2. Van Global Radyasyon Değerleri (KWh/m²-gün)



**Şekil 3. Van Güneşlenme Süreleri (Saat)**

Haritadan ve aylık bazda verilen değerlerden anlaşılabileceği üzere Van ve tüm ilçeleri güneş santralleri kurulumu için uygundur. Güneş panelleri  $-15^{\circ}\text{C}$ 'de en yüksek verimliliğe ulaşırlar ve ısındıkça verimleri düşer. 1700 rakımlı ve yıllık ortalama sıcaklığı  $8.9^{\circ}\text{C}$  olan Van İli bu özelliği ile en uygun bölgeler arasında yer almaktadır.

Fotovoltaik sistemlerde kullanılan panel tipinin üretim verimi ile doğrudan bağlantısı vardır. Bu nedenle enerji üretimi yapılacak bölgelerde farklı panel tiplerinin üretim verimleri incelenmelidir. Van ili için farklı tiplerdeki fotovoltaik panellerin alanları ile bağlantılı üretim karakteristikleri Şekil 4'teki grafikte verilmiştir.



**Şekil 4. FV Panel Tipi ve Alana Bağlı Üretilebilecek Enerji Miktarı (kWh-Yıl)**

Van ili coğrafi yapı olarak düzlem biçimdedir. Özellikle şehir merkezi ve yakın yerleşim yerleri için bisiklet kullanımı için oldukça uygun bir coğrafi yapıya sahiptir. Gerek güneş enerjisi potansiyeli, gerekse coğrafi yapısı göz önünde bulundurulduğunda Van ilinin elektrikli bisiklet kullanımı için oldukça elverişli bir konumda olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışmanın temel amacı da bu motivasyondan kaynaklı olarak şekillenmiştir.

### 3. Şarj İstasyonu için PV Sistem Tasarımı

Sistem tasarımı, Türkiye'nin doğusunda  $38,48914$  enlem ve  $43,40889$  boylam konumunda bulunan Van ili için yapılacaktır. Paneller Yıllık optimum verim için:  $\beta = 0,75 \cdot \text{enlem} + 3^{\circ}$  denklemine göre hesaplanarak yerleştirilecektir. Yapılan hesaplamalar sonucunda PV panellerin  $31,86^{\circ}$ 'lik açıyla konumlandırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şarj istasyonu tasarımı için öncelikle kullanılacak olan bisikletin teknik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda piyasa araştırması sonucunda günlük kullanıma uygun ve ticari olarak satışta olan e-bisikletlerin teknik ve elektriksel özelliklerinin Tablo 1'de verildiği şekilde olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 1.** E-bisikletin teknik özellikleri

<b>Bisiklet Gücü (W)</b>	250
<b>Batarya Gerilimi (V)</b>	36
<b>Batarya Akımı (As)</b>	7.8
<b>Şarj Süresi (saat)</b>	5
<b>Menzil (km)</b>	40

Tablo 1’de özellikleri verilen bisikletlerden 50 adet kullanılacak biçimde tasarım yapılmıştır. Bu durumda günde 2 kez şarj edilme senaryosuna göre, 1 bisiklet için gerekli enerji  $E_b$  Denklem (1) ile hesaplanır:

$$E_b = V_{bat} \times I_{bat} \times n \quad (1)$$

Burada  $V_{bat}$  batarya gerilimi,  $I_{bat}$  batarya akımı ve  $n$  şarj sayısıdır. Buna göre;

$$E_b = 36 \times 7.8 \times 2 = 561.6Ws \text{ bulunur.}$$

50 adet bisikleti günde 2 kez şarj edebilecek bir şarj istasyonu için gerekli enerji miktarı  $E_T$ ;

$$E_T = 50 \times 561.6 = 28080Ws \text{ olacaktır.}$$

FV sistem tasarımında verimi etkileyen önemli faktörlerden sistem bileşenler dengesi 0.85 olarak alındığında güneş panellerinden elde edilmesi gereken enerji miktarı  $E_g$  Denklem (2) ile;

$$E_g = \frac{E_T}{0.85} \quad (2)$$

$$\text{Buradan } E_g = \frac{28080}{0.85} = 35100Ws$$

Hesaplanır. Sistemde kullanılacak olan FV panelin özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** FV Panel özellikleri

<b>Panel Gücü (W)</b>	300
<b>Panel Çıkış Gerilimi (V)</b>	36.4
<b>Panel Çıkış Akımı (A)</b>	8.3
<b>Panel Tipi</b>	Monokristalin Silikon

İndirgenme faktörü 0.9 olmak üzere bir panelden elde edilecek enerji  $E_p$ ;

$$E_p = 300 \times 8.3 \times 0.9 = 2241Ws$$

Bu durumda gerekli panel sayısı;

$$P_T = \frac{E_g}{E_p} = \frac{35100}{2241} \cong 16$$

Sistem çıkışı için 36 V gerilim değerine ihtiyaç duyulduğundan seri bağlanması gereken panel adedi  $P_s=1$ , paralel bağlanması gereken panel sayısı ise

$$P_p = \frac{P_T}{P_s} = \frac{16}{1} = 16$$

olarak hesaplanır.

Sistemin 24 saat esasına göre e-bisiklet şarjı yapması planlanmıştır. Bu durumda şarj istasyonunda akü grupları bulundurulması ve bu akülerden şarj sağlanabilmesi gerekir. Depolama özellikli sistem tasarımı yapılırken öncelikle istasyon için gerekli akü sayısı hesaplanmalıdır. Buna göre, şarj istasyonu için gerekli akü kapasitesi Denklem (3) ile hesaplanır;

$$A_k = \frac{E_T}{V_{bat}} \quad (3)$$

$$A_k = \frac{28080}{36} = 780 As$$

Şarj istasyonunda 12V, 200As kapasiteli akülerin kullanılması planlanmış olup seri ve paralel bağlı akü sayıları sırasıyla;

$$A_s = \frac{36}{12} = 3$$

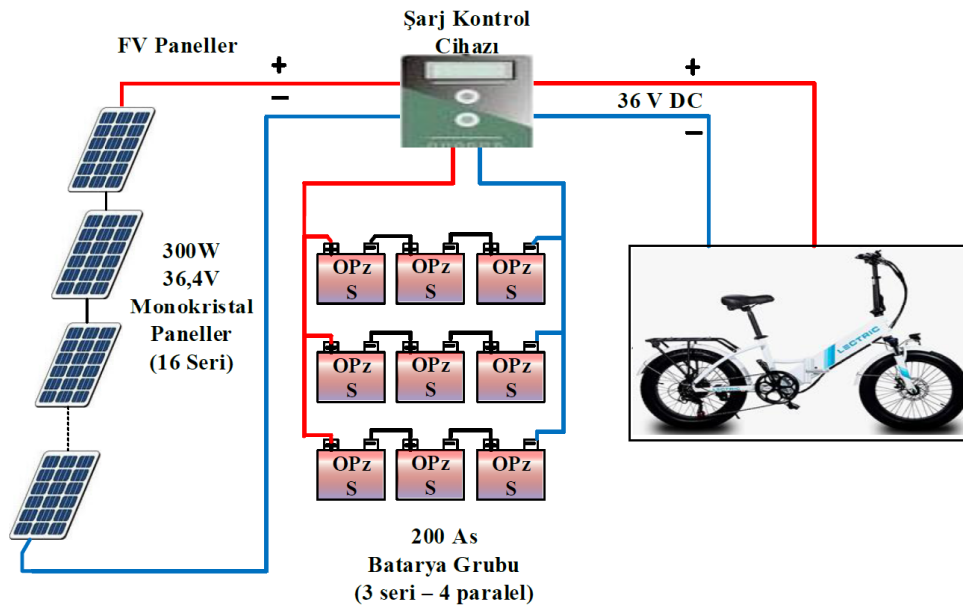
$$A_p = \frac{780}{200} \cong 4$$

Adet olarak bulunur. Bu durumda sistemde kullanılacak toplam akü sayısı;

$$A_T = A_s \times A_p = 3 \times 4 = 12$$

Adet olarak hesaplanır.

Sisteme ait blok şeması Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. E-bisiklet şarj sistemi blok şeması

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Kalabalıklaşan şehirlerde ulaşım en büyük problem olarak ortaya çıkmaktadır. Ulaşım kaynaklı yoğunlaşan trafik aynı zamanda hava kirliliğine de sebep olmaktadır. Bu probleme çözüm üretmek amaçlı elektrikli bisikletlerin kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu çalışma kapsamında, Van ili için elektrikli bisiklet şarj istasyonu tasarımı yapılmıştır. Van ili hem güneş enerjisi potansiyeli hem de coğrafi yapı açısından elektrikli bisiklet kullanımına oldukça elverişlidir. İstasyonun fotovoltaiik sistem ile beslenmesi planlanmış, yapılan hesaplamalar Van iline ait güneşlenme verileri kullanılarak yapılmıştır. Bu hesaplamalar ile şarj istasyonunun sahip olması gereken akü ve güneş paneli özellikleri belirlenmiştir. Şarj istasyonu tasarımı gereği modüler yapıya sahip olduğundan olası bisiklet sayısı artışında paralel sistem bağlanarak kapasite artırılabilir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Ghosh, S., Varakantham, P., Adulyasak, Y., ve Jaillet, P. (2017). Dynamic Repositioning to Reduce Lost Demand in Bike Sharing Systems. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 58:387-430.
- [2] Sezen, B., ve Erben, B. (2019). Sürdürülebilir ulaşımında önemli bir yere sahip olan bisikletin Gams küme kapsama modeli ile konumlandırılması: Gebze Teknik Üniversitesi örneği. *AUSUD*, 2:42 - 56.
- [3] He, Y., Song, Z., Liu, Z., ve Sze, N. (2019). Factors Influencing Electric Bike Share Ridership: Analysis of Park City, Utah. *Transportation Research Record*, 5:12-22.
- [4] Özbay, H., Efe, S. B., & Özer, İ. (2019). FV system Design For Farm Houses: A Case Study In Bandirma. *International Engineering and Natural Sciences Conference (IENSC 2019)*, 710–717.
- [5] Almannaa, M., Elhenawy, M., Masoud, M., ve Rakha, H. (2019). A New Mathematical Approach to Solve Bike Share System Station Imbalances Based On Portable Stations. *2019 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*, 1721-1726.
- [6] Karafil, A., Ozbay, H., & Kesler, M. (2016). Temperature and solar radiation effects on photovoltaic panel power. *Journal of New Results in Science*, 5(12), 48-58.
- [7] Karafil, A., & Özbay, H. (2018). Design of Stand-Alone PV System on a Farm House in Bilecik City, Turkey. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 5(3), 909-916.
- [8] Güven A.F., Akbaşak S.B. (2021). DC Fast Charging Station Modeling and Control for Electric Vehicles, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 680-704.
- [9] Kerem A., Gürbak H. (2020). Fast Charging Station Technologies For Electric Vehicles, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(3), 644-661..
- [10] Tel Ö.F., Kuşdoğan Ş. (2019). Elektrikli Araçların Kablosuz Güç İletimi ile Şarj Edilmesi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 15-26.
- [11] Güner S., Kır S.S., The Fuzzy-Based Smart Charging Management System For An Electric Vehicle Parking Lot Including A Roof-Top PV System, *Mugla Journal of Science and Technology*, 2020.
- [12] Çiçek A., Erdiñç O. (2019). PV-Batarya Hibrit Sistemi İçeren Elektrikli Araç Otoparkının Şarj Yönetimi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 466-474.
- [13] Güneş enerji Potansiyeli Atlası (GEPA) (2022). <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/65.aspx> (Erişim tarihi 20/04/2022)